

Revista Electrónica de Investigación Educativa

Vol. 15, Núm. 2, 2013

Recursos explicativos sobre la energía en clases de Física del nivel secundario. Estudio de caso

Explanatory Resources on Energy in High School Physics Classes: A Case Study

María Alejandra Domínguez
mdoming@exa.unicen.edu.ar

Grupo de Educación en Ciencia y Tecnología (ECienTec)
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires

Paraje Arroyo Seco s/n C.P. B7000GHG
Tandil, Buenos Aires, Argentina

(Recibido: 23 de enero de 2012; aceptado para su publicación: 18 de enero de 2013)

Resumen

Los recursos explicativos son un medio para construir y negociar significados. La investigación desarrollada es un estudio instrumental de casos: cuatro cursos de educación secundaria en las clases de Física donde se estudia el tema energía. Los principios teóricos de los enfoques socioculturales y los del análisis conversacional son tomados como referentes para entender cómo se construyen y reconstruyen los significados (sobre la energía). La identificación de los recursos que se emplean en estos procesos de construcción de significados es de importancia para promover la comprensión de determinados fenómenos científicos abordados en el currículo. Entre los recursos más empleados en su explicación se distingue la definición y el empleo de las causas de los fenómenos. También se puede afirmar que las intervenciones del docente, con su habla y con las situaciones didácticas que propone, son determinantes para cierto tipo de explicaciones y la aparición o ausencia de otros recursos asociados con las explicaciones.

Palabras clave: Habilidades del lenguaje, Física, discurso.

Abstract

This paper examines and reflects on the explanatory resources that are used in high school physics classes for studying the topic of energy. Explanatory resources are a means of constructing and negotiating meaning. The research is an instrumental case study focusing on four years of high school physics classes on energy. The theoretical principles of sociocultural approaches and conversation analysis are taken as benchmarks for understanding how we construct and reconstruct meanings (on energy). The identification of the resources used in the process of meaning construction is of importance for understanding certain scientific phenomena addressed in the curricula. Among the resources most commonly employed to enhance explanation were definitions and the causes of phenomena. We also found that teachers' interventions, either through verbal explanations or instructional proposals, were crucial for certain kinds of explanations and for the presence or absence of other resources associated with explanations.

Keywords: Language skills, Physics, teacher, speech.

I. Introducción

Esta comunicación forma parte de un estudio más amplio que aspira a caracterizar los modos de intercambio de significados en clases de Física de nivel secundario, cuando se estudia el tema energía.

Como parte de los intercambios comunicativos, en este artículo se identifican y describen los recursos explicativos utilizados en las clases de Física de los casos objeto de estudio.

Se analizan los recursos explicativos que se utilizan para justificar los puntos de vista expuestos o aquellos efectuados para atender las objeciones que pudieran resultar de la actividad docente en las aulas. Es a través de estos recursos que un sujeto intenta dar cuenta de un determinado fenómeno o pretende promover cierta comprensión sobre algo que se busca esclarecer. Calsamiglia y Tusón (2007) reconocen, entre los recursos explicativos, la definición, la reformulación¹, la ejemplificación, la analogía y la cita, entre otros.

Con respecto a la justificación, Eirexas, Agraso, Jiménez Aleixandre y Díaz de Bustamante (2005) realizaron un estudio con estudiantes de 2.º grado de Bachillerato en el que buscaron evaluar la calidad de las justificaciones en la toma de decisiones, referida tanto a la validez científica como a la consistencia lógica. Concluyeron que, a pesar de usar contenidos científicos, los estudiantes parecen tener dificultades para utilizarlos coherentemente; es decir, falla la consistencia entre los datos y la conclusión.

Aguiar y Mortimer (2005) entienden que una explicación tiene en cuenta la utilización de algún modelo teórico o mecanismo para referirse a un fenómeno. En su estudio

¹ Se entiende aquí reformulación como el acto de retomar un tema que pudiera resultar confuso y volver a tratarlo.

encuentran que los estudiantes suelen utilizar modelos para esclarecer las explicaciones que presentan contradicciones. Destacan que el reconocimiento de la contradicción fue posible por la mediación del profesor; es éste quien en diferentes momentos es capaz de escuchar e intervenir con preguntas clave durante el proceso de enunciación de los estudiantes. Es, además, quien sustenta ese proceso otorgando ciertas refutaciones cuando son necesarias, participando de discursos interactivos, tanto dialógicos como de autoridad.

Candela (1989) señala que los estudiantes formulan explicaciones que, aunque diferentes de las científicas, tienen una lógica que se relaciona con la experiencia y con el desarrollo intelectual, y que el contexto social interactivo opera enriqueciendo las explicaciones que los estudiantes son capaces de construir.

II. Referentes teóricos

El abordaje teórico que enmarca la investigación concibe los procesos de enseñanza y aprendizaje como socioculturales y situados. Es decir, el sujeto que aprende realiza un proceso que no se puede desvincular de las situaciones en las que participa cognitivamente, ni de las interacciones sociales que operan sobre él. Mercer (1997) sostiene que los enfoques socioculturales representan una línea de investigación que proporciona un marco para el estudio del discurso en el aula. En esa línea, durante las últimas décadas, se han desarrollado investigaciones, en especial sobre la argumentación. Distintos estudios establecen los beneficios de argumentar en las clases; sin embargo, estos discursos no se incorporan en los espacios educativos (Cross *et al.*, 2008; Simon *et al.*, 2006; Driver *et al.*, 2000). Las clases continúan siendo del tipo exposición del profesor, lectura de textos por parte de los alumnos, resolución de problemas, sin oportunidades para formular conjeturas para ser debatidas (Aikenhead, 1998; Tenreiro-Vieira, 2004; Islas *et al.* 2006; Badreddinea y Butya, 2010).

Se asume que en los procesos de enseñanza y aprendizaje son esenciales los intercambios cognitivo-verbales que se producen entre los sujetos. A través de ellos se puede, entre otras acciones: solicitar justificaciones de los puntos de vista expuestos, refutar posiciones, evaluar y demandar otras intervenciones, así como señalar los límites de determinadas posturas, por ejemplo. En estas situaciones de intercambio, cobra protagonismo la función de autorregulación del pensamiento, pues a través de todas estas acciones se consigue –presumiblemente– ir haciendo más conscientes los mecanismos de construcción del conocimiento.

Si hay algo que nos distingue a los seres humanos es, fundamentalmente, la necesidad de encontrar respuestas a nuestras interrogantes, a nuestra curiosidad, de encontrar explicaciones a todo aquello que nos desvela. Con relación a esas inquietudes, surgen o pueden surgir una o varias explicaciones, ante las cuales nos decidiremos por una u otra, de acuerdo con los argumentos que nos convenzan por apoyar una u otra postura.

En ese proceso de toma de decisiones surge una disputa, una controversia en la cual por diferentes razones, nos decidiremos por una representación que nos convenza de poder explicar algún fenómeno. Se entiende que se argumenta para poder explicar la

representación que hemos construido del mundo natural.

Osborne y Patterson (2011) comentan la necesidad de distinguir entre dos actos discursivos: la explicación y la argumentación, aunque en algunas ocasiones los límites de distinción entre ellos sean poco claros. Se puede señalar que en la argumentación se busca convencer y decidir entre explicaciones posibles, y en la explicación se aspira a lograr una mayor comprensión de un fenómeno.

En la escuela se suele solicitar a los estudiantes que construyan una explicación que involucre describir ciertas observaciones y explicar los fenómenos en cuestión. Puede señalarse el caso de una experiencia. En la explicación, lo que se explica no está en duda, no se busca convencer, sino dar cuenta de su razón de ser. En la explicación las premisas son las que presentan menos certidumbre, dado el propósito de explicar. En cambio, en la argumentación se intenta justificar una conclusión que parece incierta, con una afirmación o razonamiento que se sustenta en datos. La mayor certeza se encuentra en las premisas que se utilizan. Es decir, en la argumentación se razona a partir de los datos con garantías apropiadas. Hay que convencer de la validez de la conclusión (en donde las premisas son menos cuestionables que la conclusión).

Se pueden concebir la explicación y la argumentación como modos discursivos o formas de organizar y estructurar el discurso. En este trabajo se entiende, además, que la argumentación y la explicación son acciones lingüístico-cognitivas y sociales porque explicamos y argumentamos con el fin de incidir sobre los modelos mentales propios y ajenos (Ribas, 2001). Se entiende que estas acciones dependen del contexto, de las situaciones en las que se producen y en relación con los sujetos que participan. En el proceso de enseñanza serán clave las decisiones que tome el docente en cuanto a las situaciones que propicie, cómo las lleve a cabo, las ayudas que pueda ofrecer, las oportunidades que sea capaz de aprovechar y el tipo de disposición que tengan los estudiantes para aprender.

[...] en realidad, “explicar-argumentar”, cuando enseñamos, es ayudar a los estudiantes a adquirir habilidades cognitivas y sociales, porque aprender no es saber reproducir las explicaciones-argumentaciones de otro, sino participar de una “experiencia” en la que cada uno va generando, dentro de los límites que impone el conocimiento compartido del mundo, sus propias representaciones y actitudes. (Ribas, 2001, p. 5).

En las clases se entenderá que hay instancias explicativas cuando se intentan dar razones de algo –presencia o ausencia de algún fenómeno– y de manera general se reconoce en esa actividad: un sujeto que ya ha construido un conocimiento, y otro que manifiesta cierta incompreensión o disenso respecto a una situación o fenómeno. En cuanto a la argumentación, se sostiene que se está en presencia de ella, cuando existen dos posturas o más respecto a una situación o fenómeno, y existe una controversia, así como la necesidad de resolver la diferencia (Van Eemeren, 2002).

De acuerdo con Bikandi y Tusón (2001) durante los intercambios comunicativos los sujetos se desplazan entre la explicación y la argumentación de acuerdo al objetivo que se persiga en una situación determinada. En estos intercambios los sujetos se valen de

recursos para justificar los puntos de vista. Esos recursos pueden involucrar tanto entes observables o detectables, como elementos más abstractos, tales como teorías, leyes, relaciones cuantitativas, relaciones entre variables que superen la causalidad simple, e involucren –en este caso de estudio– los cambios de la materia en función de las interacciones y la energía.

III. Metodología

Se realizó un estudio de caso instrumental, esto significa que el caso es considerado un instrumento para estudiar “en profundidad” determinados aspectos que son de interés en un cierto fenómeno (Stake, 2007). En el estudio se seleccionaron grupos escolares, de cuatro instituciones de la ciudad de Tandil, provincia de Buenos Aires, Argentina. Los casos atienden a diferencias entre sí a fin de realizar una contextualización pero sin la implicancia de establecer correlaciones con los resultados. Se eligieron las clases donde se desarrollaba el tema energía por considerar este concepto como central en los fenómenos que estudia la Física. Se lo asume como un concepto estructurador y unificador en los diseños curriculares de nivel secundario.²

Se registraron, mediante grabación de audio, todas las clases en las que desarrollaron el tema especificado. Para ello se realizaron entrevistas con los docentes involucrados, antes de comenzar el estudio y luego de finalizado; notas de campo (que incluyeron mapas de clase y anotaciones de carácter interpretativo de los eventos; y producciones escritas de los alumnos.

Los mapas de clases se construyeron para registrar diferentes aspectos contextuales tales como la distribución física de los grupos de alumnos, registrándose también las normas que seguían, las actividades que se realizaban, entre otros elementos. Las clases fueron transcritas utilizando los lineamientos del Análisis Conversacional (Cots, Nussbaum, Payrató y Tusón, 1989). La transcripción de las sesiones seleccionadas se reproduce turno de habla a turno numerándolos a la izquierda (se presentan ejemplos en los resultados). Cada turno de habla o conversacional corresponde a la unidad básica de la conversación, el mismo incumbe a quien toma la palabra hasta que la culmina. En este estudio las voces corresponden a la del profesor y a la de los estudiantes. En el proceso de transcripción se utilizan símbolos prosódicos (de interrogación, exclamación, tono ascendente y descendente, pausas indicando los segundos, cortes abruptos en palabras, alargamiento de un sonido), símbolos relativos a los turnos de palabra (solapamiento de dos turnos) y otros símbolos para realizar aclaraciones y situar al lector que indican risas o sonidos no léxicos.³

² Diseños curriculares de Educación secundaria, Dirección General de Cultura y Educación, provincia de Buenos Aires, Argentina.

³ ... (**no sigue**): significa que el sujeto no sigue hablando, se percibe cierta duda en sus intenciones; ... entre palabras: significa pausa de un segundo; (**¿?**): palabras sin descifrar; “palabra”: expresión con énfasis; (**palabras**): aclaraciones que hace el investigador, que siguen a los turnos, e intentan ampliar el contexto para una mejor comprensión de la situación y en algunas ocasiones versan sobre ciertos aspectos no verbales relevantes; :: :alargamiento de un sonido; **Aa/o**: diferentes voces (femeninas o masculinas) de estudiantes no identificadas; **Varios**: varias voces al mismo tiempo; **J**: habla simultánea; **P3**: pausa de tres segundos; **//**: tono ascendente.

Para el análisis de las conversaciones se recurrió a la inferencia conversacional. Por medio de este procedimiento, se asume que los participantes evalúan las intenciones de los otros participantes, a partir de ciertos “indicios de contextualización” (Tusón Valls, 2002) sobre la base de los cuales elaboran sus ulteriores respuestas.

Los cuatro casos de estudio se diferencian por la dependencia de organismos reguladores y acreditadores, la antigüedad como institución escolar en la ciudad de origen y el tipo de población que atienden. Se cuenta con un centro escolar privado de once años de antigüedad (caso A); otro dependiente de una universidad nacional con una existencia que data del año 2004 (caso B); uno con subvención estatal –semiprivado– y que fue fundado en el año 1896 (caso C) y un último centro escolar estatal de 50 años de antigüedad (caso D). Con relación al caso A, atiende a estudiantes con un nivel socio económico medio-alto y alto. La población del caso B se puede considerar variada, dado que los estudiantes ingresan a la institución por sorteo. Se puede caracterizar al grupo escolar del caso C con características correspondientes a un nivel medio y medio-alto. Los estudiantes de la institución dependiente del estado (caso D), se caracterizan por una condición socioeconómica como media-baja y baja.⁵ Los docentes de los casos estudiados son profesores de Física egresados de universidad, a excepción del profesor del centro escolar estatal, el cual es profesor de Ciencias Naturales egresado de un instituto de estudios terciarios de la ciudad. En total se involucraron 92 estudiantes.

La Tabla I caracteriza los casos seleccionados destacando: el número de sesiones que se ha invertido en el tratamiento del tema energía y su equivalente en tiempo; el tipo de institución donde se desarrolla el caso; la antigüedad en la docencia del profesor a cargo del curso; el año y la modalidad educativa correspondiente

Tabla I. Casos de estudio

| Caso | Cantidad de sesiones y duración | Tipo de institución | Antigüedad del docente | Año y modalidad |
|------|---|--|------------------------|--|
| A | 10 (de una hora) y 7 (de dos horas) =34 horas | Colegio privado | 11 años | 4º año de Educación Secundaria Superior, orientación Exactas. Cs. Naturales y Cs. Sociales |
| B | 5 (de dos horas) =10 horas | Colegio dependiente de la UNCPBA | 7.5 años | 2º polimodal ⁶ orientación Exactas y Ciencias Naturales |
| C | 5 (de una hora) y 1 (2 horas) =7 horas | Colegio semiprivado con subvención estatal | 25 años | 1º polimodal, orientación Ciencias Naturales |
| D | 3 (de una hora) =3 horas | Escuela dependiente del estado. Escuela de Educación Media | 4 años | 1º polimodal, orientación Humanidades y Ciencias Sociales |

⁴ Esta institución es la única en la ciudad.

⁵ La caracterización de los centros escolares viene condicionada por registros de los propios establecimientos.

⁶ Se utiliza la denominación polimodal porque al momento de realizar las observaciones y registros aún conservaban esta denominación dado que los cambios son graduales año a año. Sin embargo, se trata en todos los casos de estudios secundarios.

Como se señaló anteriormente, los registros del discurso corresponden al estudio del mismo tema, la energía.

3.1 Categorías analíticas

Para dar cuenta de los recursos explicativos utilizados en las clases estudiadas, se construyen tres metacategorías que comparten el propósito último de ser una posibilidad para defender un punto de vista; por explicación, por valores y por coacción. Al interior de la metacategoría que intenta recuperar cómo es que un punto de vista se puede defender por medio de la explicación, se reconocen otras subcategorías, como definir, comparar, ejemplificar, citar la autoridad, recurrir a los hechos, establecer analogías y argumentar cuasilógicamente. Estas categorías son el resultado de conjugar los referentes teóricos de quienes los presentan: Calsamiglia y Tusón (2007) y Pérez Rifo y Vega Alvarado (2002) y los sucesivos análisis de las clases registradas y transcritas de los casos estudiados de la investigación.

En relación con los *recursos por explicación* se conciben de la siguiente manera, para su uso en la clasificación de los datos:

- *Definir* es captar los rasgos esenciales mediante una proposición. Se puede definir el sentido, circunscribiendo una realidad, utilizando palabras para explicar otras. Definir una noción es dar una explicación específica de una palabra en un cierto contexto. Ejemplo: ¿Qué es el trabajo? Es necesario precisar su significado en un campo disciplinar como la Física, o lo que significa para los estudiantes, para los padres, etc. La definición-slogan es la que presenta un juicio sobre un hecho a modo de explicación. Por ejemplo: el trabajo es salud.
- *Comparar* es fijar la atención en dos o más objetos o conceptos para señalar las similitudes y diferencias en relación con ciertas atribuciones. Es un procedimiento que se utiliza para probar o reforzar que algo puede ser útil, bueno, válido, eficaz.
- *Ejemplificar* es un recurso que concreta una formulación general o abstracta colocándola en el escenario de una experiencia más próxima al interlocutor. Los ejemplos que se utilizan para ilustrar pueden consistir en hechos, dichos, problemas o situaciones que se imaginan.
- *Citar autoridad* es un procedimiento mediante el cual se apela a la fiabilidad de un hecho o explicación que proviene del prestigio de quien lo formula, por ejemplo, un experto, un libro de texto, etc.
- *Establecer analogías* es un procedimiento de aclaración o ilustración que se construye a partir de poner en relación un concepto o un conjunto de conceptos con otros de distinto campo. Se utilizan para permitir la comprensión de conceptos difíciles de entender; por ejemplo, la noción de agujero negro en Física.

- *Argumentar cuasi-lógicamente* es una formulación lógica o matemática. Aparece en discursos donde se señalan contradicciones. Ejemplos: por incompatibilidad, por reciprocidad, por transitividad, por inclusión, por partición, por lo probable y por el precedente.
- *Recurrir a los hechos* es hacer uso de testimonios, experiencias, cifras, encuestas y observaciones. El hecho no vale por sí solo sino en relación con la idea que se asocia o por la prueba que pone a consideración. En las sesiones analizadas este recurso representa, por ejemplo, las veces en que los sujetos sostienen una idea y la justifican utilizando el resultado de sus cálculos como prueba o razón de una conclusión, o cuando se citan, por ejemplo, estadísticas.
- *Usar las causas y/o las consecuencias*. Las causas pueden ser utilizadas para explicar un fenómeno, para responder una pregunta, para revelar un efecto. También puede relacionarse un hecho con sus consecuencias, favorables o desfavorables, poniéndose el énfasis en ellas.

En relación con los *recursos por valores* se destaca que se realizan a través de formas menos objetivas. El procedimiento de convencimiento o persuasión se realiza a través de la apelación a un sistema de valores. Este tipo de controversias confronta posiciones irreconciliables y lleva a un debate sin salida. Algunos valores se pueden clasificar en tres grupos: valores universales, valores abstractos y valores concretos.

Con relación a los *recursos por coacción* se busca imponer algo, hacer valer lo hipotético por lo verdadero, obligar a una elección, poner por delante el hecho cumplido, manejar el absurdo etc. Se suelen asociar con agresividad, intolerancia y chantaje.

IV. Resultados

A continuación se presenta la Tabla II que, haciendo uso de las categorías antes descritas, presenta los porcentajes de los recursos utilizados en los casos de estudio.

Tabla II. Porcentaje de recursos utilizados en clases de física cuando se estudia energía en el nivel secundario

| Tipos de recursos utilizados en la defensa de un punto de vista | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|----------|-----------------|--------------|----------------------|---------------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------|
| Caso | Por explicación | | | | | | | | | Por valores | Por coacción |
| | Definir (sentido-slogan-noción) | Comparar | Citar autoridad | Ejemplificar | Establecer analogías | Establecer las causas y consecuencias | Argumentar Cuasi-lógicamente | Recurrir a los hechos | Apelar a sistema de valores | Obligar por distintos métodos | Nº de alumnos |
| A | 53 | 3 | 1 | 18 | - | 36 | 1 | 14 | 2 | 1 | 14 |
| % | 42.06 | 2.31 | 0.79 | 14.28 | - | 28.57 | 0.79 | 11.11 | - | - | |
| B | 67 | 6 | 15 | 7 | - | 21 | - | 11 | - | - | 34 |
| % | 52 | 4.72 | 11.81 | 5.51 | - | 16.53 | - | 8.67 | - | - | |
| C | 130 | 4 | 12 | 22 | - | 50 | - | 11 | - | - | 27 |
| % | 56.76 | 1.75 | 5.24 | 9.61 | - | 21.83 | - | 4.8 | - | - | |
| D | 42 | - | - | 8 | - | 14 | - | - | - | - | 15 |
| % | 65.62 | - | - | 12.5 | - | 21.87 | - | - | - | - | |

La Figura 1 compara, en término de porcentajes, el empleo de cada tipo de recurso en los diferentes casos de estudio.

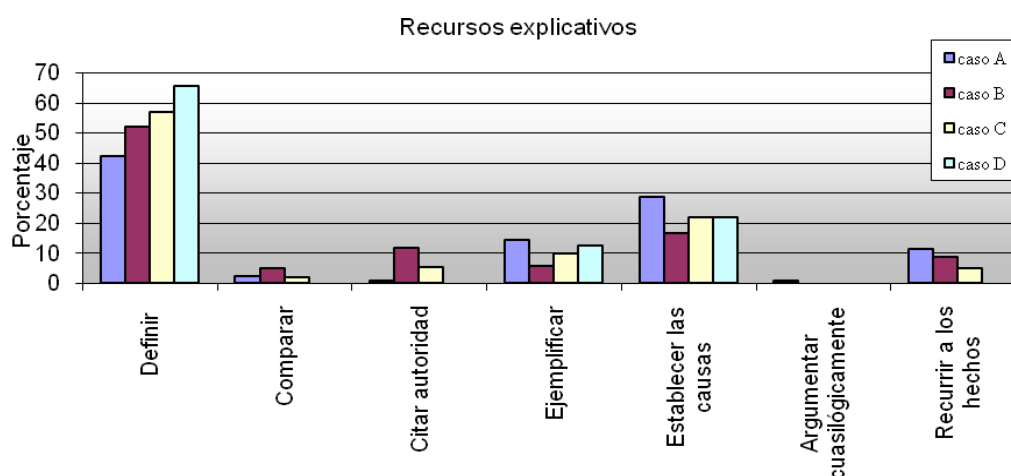


Figura 1. Porcentaje de los recursos explicativos para cada caso de estudio en las clases donde se desarrolló el tema Energía

En todos los casos el mayor porcentaje lo obtiene recurrir a la definición. Asimismo, coinciden los cuatro casos en que el recurso de establecer las causas es el que le sigue, en frecuencia, a definir.

En el caso del recurso de la definición se observó que la mayor utilización se relaciona con las expresiones matemáticas asociadas a la energía (energía cinética, energía potencial gravitatoria y energía mecánica), a las delimitaciones de una noción en un contexto (por ejemplo el de Trabajo, Potencia) y al principio de conservación de la energía.

Por ejemplo: situación en la que se discute la conservación de la energía mecánica

77. Profesora: (...) ¿Qué significa la conservación de la energía?

78. Varios: que la energía no se destruye (sigue una sola voz) sino que se transforma

Es usual encontrar este tipo de definiciones, que se repiten en diferentes oportunidades, sin embargo no se explicita qué es lo que significa.

En las clases, por ejemplo, que correspondían a resoluciones o correcciones de trabajos prácticos, en los cuales prima la actividad de resolución de problemas del tipo numérico, se acentúa la posibilidad de encontrar la definición asociada a una expresión matemática.

Por ejemplo: situación en la que se resuelve un problema del tipo numérico.

157 Lucía: ¿Cómo hago?

158 Alma: Usás la energía cinética, un medio de la masa por velocidad al cuadrado.

Otra de las situaciones donde se usa el recurso es cuando se lo asocia a definir el sentido del asunto en cuestión. En esta oportunidad la profesora y los estudiantes discuten acerca del significado de la energía. La docente había presentado diferentes textos en los que se expresaban cuestiones relacionadas con la energía. Los estudiantes debían decidir cómo se estaba definiendo la energía en cada uno de ellos y establecer diferencias.

78 Susana: No, es energía como ganas,⁷ como si, como opción;

88 Profesora: bueno a ver.] Franco: por eso yo puse eso.⁸ Profesora: depende de las palabras si vamos a hablar como de:: un cansancio mental entonces em:: bueno para mí no tiene que ver con la física, aun cuando discutíamos si estas cuestiones o no tienen que ver con la energía que tienen los alimentos. Entonces depende las palabras que hayan usado ahí yo lo habré considerado bien o regular eh:: aquellos que argumentaban que sí y después no podían justificar por qué o al revés. Después si querés vemos cómo...

⁷ Aquí *ganas* hace referencia a un texto en el que se expresa que una persona no tiene energía para participar en una discusión con sus padres.

⁸ Con *eso* hace alusión a una respuesta que había dado el estudiante cuando la docente le había pedido que clasificara determinados resúmenes de noticias periodísticas en cuanto al contexto de definición de la energía.

En relación con el recurso de establecer las causas, es común encontrarlo ligado a turnos de habla del profesor en los que interroga y responde él mismo, sin dar la oportunidad para que lo hagan los estudiantes. Por ejemplo: "...si está en movimiento tiene energía cinética. ¿Por qué, si está en movimiento, tiene energía cinética? ¿Se ve claramente? Porque si está en movimiento tiene una determinada velocidad ¿sí?". También se encuentran en los turnos de habla de los estudiantes, por ejemplo relacionando un hecho con su causa. En el siguiente caso, se discute la altura a la que llegará un niño con patineta en una rampa.

151 Profesora: esta es la situación. Que se deja a caer con la patineta y sube pero no sube hasta los 4 metros, sino que llega hasta los 3 metros, ¿qué pueden inferir ustedes ya con el enunciado del problema?

152 Ao: ¿Hay fuerzas de rozamiento?

153 Profesora: Y bueno eso hay que ver.

154 Ao: Porque llegó a menos altura.

155 Laura: Entonces hay roce.

156 Profesora: Entonces estamos de acuerdo con que hay fuerzas de rozamiento, ¿qué fórmula utilizaremos?

Aquí en el turno 155 una de las estudiantes establece que la causa de que el patinador logre menos altura es el roce. A continuación, el intercambio continúa, sin embargo, se pierde la oportunidad de discutir, por ejemplo, sobre el sistema que se está analizando, las fuerzas que intervienen, las interacciones entre el sistema y el medio o entre las partes del sistema. El intercambio se focaliza en responder al problema planteado en función de cuál teorema hay que utilizar para ello, teniendo en cuenta las causas y las consecuencias.

Las relaciones causales que se establecen son, en un principio, simples, basadas en la acción de un agente que actúa sobre un sistema o cuerpo. Los estudiantes emplean formas similares a las que utilizan fuera de la escuela sin incorporar demasiados recursos diferentes a los usados en el discurso escolar. Es habitual que las construcciones que se escuchan en el aula no difieran demasiado del lenguaje cotidiano, tanto por la falta de términos específico de la ciencia, como por la falta de coherencia en la estructura de las oraciones. Construir explicaciones causales más complejas, en las que se involucren la acción de más agentes y en las que se identifique que esas acciones e influencias se producen como consecuencia de las interacciones entre sistemas o entre los elementos de un sistema, es una actividad que necesita una intervención didáctica orientada hacia construcciones conceptuales más prolijas.

Otros recursos, como ejemplificar y recurrir a los hechos obtienen porcentajes similares entre sí. Los interlocutores utilizan ejemplos para dar explicaciones en el afán de demostrar e ilustrar su punto de vista.

En una situación en la que se discute una resolución de problema del tipo numérico.

234 Juan: 8 a la 2 te da 64 y dividido 2, 32.

235 María: Pará para yo:: No me dio, ¿por qué dividido 2? si es un medio.

236 Juan: Es lo mismo, yo hice dividido 2 y vos por un medio, por ejemplo 8 por un medio es 4 y 8 dividido 2 es 4.

Por último, en relación con recurrir a los hechos, éste se encontró ligado fundamentalmente al momento en que resolvían problemas numéricos y cotejaban resoluciones, cálculos, etc. Menos evidente fue su uso en discusiones en las que no se remitieran a resoluciones numéricas, aunque aparecen algunos ejemplos que se mostrarán en el texto que sigue.

112 Rocío: No todos los recursos son renovables

113 Laura: Ah sí, ¿por?

114 Rocío: Por ejemplo las estadísticas muestran que el agua se va a agotar,

Otro ejemplo:

210 Jazmín: o sea, si vos ves la calórica como producto de la química, todo el tiempo hay energía calórica, la del sol, no se agota, siempre está.

Aquí las estudiantes hacen uso de datos estadísticos o de experiencias que avalan el punto de vista que se sostiene.

Respecto a citar la autoridad, es frecuente que este recurso se asocie a la “autoridad” asociada a los autores de la bibliografía recomendada por el profesor (fotocopias de libros de texto), como a la propia palabra del docente en clase. Por ejemplo:

22 Profesora: ¿Y qué es la potencia entonces?

23 Ramona: En la fotocopia decía eso, de la potencia, la energía dividido el tiempo.

En relación con el uso de comparaciones también el porcentaje de su empleo es bajo. Se presenta un ejemplo en el discurso del profesor:

63 Profesora: ah ¿y la y la afirmación que dice Susana que esta persona es activa, es equivalente a lo que está hablando Verónica de que esta persona tiene energía porque le permite hacer cosas porque consumió alimentos?

La argumentación cuasilógica prácticamente no encuentra representación como tampoco la tiene establecer analogías.

Utilizar otros recursos que no sean explicativos, como por ejemplo, por valores, se encontraron en uno de los casos estudiados, el caso A, relacionado con el tipo de actividad que los estudiantes estaban involucrados. Esta situación acontece cuando los estudiantes reunidos en grupo forman parte de una comisión de la República

Argentina. Estos deben tomar decisiones con respecto a diferentes acciones a seguir fundamentando el orden elegido. No les resultó una tarea sencilla ponerse de acuerdo al interior del grupo.

33 Federico: Es el orden que digo porque soy el presidente y si no, no habrá dinero.

Estos resultados coinciden con los resultados de Perkins y Grotzer (2005) en los que se manifiesta que en el aula de Física, la mayor parte de las explicaciones, se realizan apelando al establecimiento de la causa y al uso de definiciones (ya sean éstas expresiones matemáticas, leyes de conservación, etc. con un análisis que no supera la explicitación). Braaten y Windschitl (2011) señalan que este tipo de explicaciones no corresponderían a explicaciones científicas, pues no superan un nivel de descripción (hacen hincapié en lo observable) ni dan indicios de una comprensión de los fenómenos.

Se aspira a que esas explicaciones puedan evolucionar desde una explicación del tipo causal, a otras que contemplen diferentes causas interrelacionadas y la comprensión del modelo científico subyacente (sus alcances, limitaciones, etc.). En términos de Pozo y Gómez Crespo (1998) se trata de reorganizar las teorías implícitas que tienen los estudiantes sobre el comportamiento del mundo.

Jiménez Aleixandre, Bugallo y Duschl (2000) manifiestan que uno de los fines de la investigación científica es la generación y justificación de enunciados y acciones encaminados a la comprensión de la naturaleza. En ese sentido, al pensar la enseñanza de las ciencias, para poder construir modelos y explicaciones del mundo natural y operar con ellos, los estudiantes tendrán que poder comprender y distinguir entre los significados de los diferentes conceptos y explicaciones (Jiménez Aleixandre y Díaz de Bustamante, 2003).

Varios investigadores como Braaten y Windschitl (2011) coinciden en afirmar que es aún reciente el recorrido iniciado en planear actividades más complejas y asistir a los alumnos con andamios cognitivos.

V. Conclusiones

Si bien el objetivo del trabajo no es establecer diferencias entre los casos de estudio, se encuentra que en el caso A se emplearon una variedad de recursos. Este caso se diferencia del resto por la cantidad de horas que dedicó al estudio de la energía, por el tipo de actividades que se propiciaban y por el discurso del propio profesor.

Se puede afirmar que en las clases de Física de los casos estudiados, más allá de las diferencias entre ellos, predomina el uso de la definición para justificar los puntos de vista sostenidos, asociado al sentido del abordaje de los conceptos y al uso de expresiones matemáticas.

Asimismo se utiliza el recurso de las causas y/o consecuencias que es una forma de explicar más propia de la vida cotidiana, en donde no se establecen interrelaciones causales. Los estudiantes se centran en los cambios que experimentan los cuerpos y

sus propiedades a través del uso de la causa. Las explicaciones se basan en los cambios observables en propiedades macroscópicas. Además, estas explicaciones suelen ser unidireccionales.

Propiciar cambios en los que, para la explicación, se encuentren variedad de recursos, según la situación lo amerite, el tipo de público que participe, ya sea se desee dar a conocer un fenómeno, decidir si una explicación es mejor o no que otra, etc., merece actividades diseñadas y desarrolladas con una intervención didáctica orientada hacia ese tipo de construcciones. Un cambio como el señalado requiere de profesores que puedan funcionar como mediadores en tales construcciones conociendo el tipo de explicaciones que los estudiantes ofrecen. Por lo tanto, se necesita de una enseñanza que supere esas restricciones, o que por lo menos, intente la evolución de las mismas hacia otras aceptadas o acordes con el conocimiento científico. Los estudiantes, en un principio realizan explicaciones basadas en los cambios observables, y posteriormente, pueden incorporar el concepto de proceso, que permite explicar la evolución de un estado a otro. Sin embargo, es necesario otro paso, no sólo la comprensión del proceso sino también la comprensión de los fenómenos a partir de las interacciones que se producen entre sistemas o entre las partes de un sistema. Este será el giro necesario para comprender que, como producto de las interacciones, se producen transferencias de energía hasta llegar al equilibrio.

En un principio serán necesarias situaciones que permitan a los estudiantes situar sus propios conocimientos con relación al saber constituido (Boilevin, 2011). Es decir, situaciones donde el profesor no sólo realice preguntas, defina o evalúe enunciados, sino que sea capaz de requerir y/o promover respuestas y/u oposiciones de los puntos de vista expuestos; reoriente una respuesta que se ha desarrollado, promoviendo observaciones a los puntos de vista (poniendo a consideración un ejemplo, comparando situaciones y preguntando al respecto, etc.); resignifique y/o retome con los estudiantes, participando en aspectos tales como la selección del conocimiento más relevante, ofreciendo respuestas que incorporen lo que los estudiantes han dicho, de manera de construir significados más generalizados (Domínguez y Stipcich, 2009). Se trata de situaciones que, con la gestión del profesor, posibiliten la construcción de modelos y explicaciones con el fin de comprender la naturaleza.

Conocer el tipo de recursos explicativos utilizados en las explicaciones proporciona elementos para poder derivar modos de intervención, que propicien la evolución de las explicaciones simples a las más complejas, en las que se tengan en cuenta el proceso involucrado y las continuas interacciones entre sistemas o al interior de los mismos.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado con apoyo del grupo de Investigación en Educación en Ciencias con Tecnologías (ECienTec) y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Referencias

- Aguiar, O. y Mortimer, E. (2005). Tomada de consciência de conflitos: análise da atividade discursiva em uma aula de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10(2), 179-207.
- Aikenhead, G. S. (1998). *STS Science In Canada: from policy to student evaluation*. Disponible en: <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/stsincan.htm>
- Badreddinea, Z. y Butya, CH. (2010). Discursive Reconstruction of the Scientific Story in a Teaching Sequence. *International Journal of Science Education*, 1-23.
- Bikandi, U. R. y Tusón, A. (2001). Explicar y argumentar. *Revista Textos. Didáctica de la Lengua y la Literatura*, 29.
- Boilevin, J.M. (2111). *Modelos precursores, tutela y mediación en Didáctica de las Ciencias*, Presentación en minicurso de I CIECyM y II ENEM, Tandil, Argentina.
- Braaten, M. y Windschitl, M. (2011). Working toward a stronger conceptualization of scientific explanation for science education. *Science Education*, 95(4), 639-669.
- Calsamiglia, H. y Tusón, A. (2007). *Las cosas del decir. Manual de análisis del discurso*. Barcelona: Ariel.
- Candela, A. (1989). *La necesidad de entender, explicar y argumentar: Los alumnos de primaria en la actividad experimental*. México: Secretaría de Educación Pública-Departamento de Investigaciones Educativas.
- Candela, A. (1991). Argumentación y conocimiento científico escolar. *Infancia y Aprendizaje*, 55, 13-28.
- Cots, J., Nussbaum, L.; Payrató, LL. Tuson, A. (1989). Conversa(r). Caplletra. *Revista de Filología*, 7, 51-72. Recuperado de http://descargas.cervantesvirtual.com/servlet/SirveObras/jlv/02494921981138941754491/200279_0010.pdf
- Cross, D.; Taasoobshirazi, G.; Hendricks, S.; Hickey, D. T. (2008). Argumentation: A strategy for improving achievement and revealing scientific identities. *International Journal of Science Education*, 30(6), 837-861.
- Domínguez, M. A. y Stipcich, M. S. (2009). Buscando indicadores para la negociación de significados. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(2), 539-551.
- Driver, R., Newton, P. y Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84, 287-312.
- Eirexas, F., Agraso, M. F., Jiménez Aleixandre, M. P. y Díaz De Bustamante, J. (2005). Calidad en las justificaciones, uso de conceptos y consistencia entre datos e inferencias en la toma de decisiones. *Enseñanza de las ciencias*. Número

extraordinario.

Islas, S. M., Sgro, M. y Pesa, M. (2006). *La producción social de conocimiento científico y la formación epistemológica de los docentes: comunicación y argumentación*. IV Congreso Nacional y II Congreso Internacional de Investigación Educativa, Universidad Nacional del Comahue. Recuperado de <http://face.uncoma.edu.ar/investigacion/4congreso/area3.3.htm>

Jiménez Aleixandre, M. P.; Bugallo Rodríguez, A. y Duschl, R. A. (2000). Doing the lesson or Doing Science: Argument in Hing School Genetics. *Science Education*, 84, 757-792.

Jiménez Aleixandre, M. P. y Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 359-370.

Mercer, N. (1997). *La construcción guiada del conocimiento*. El habla de profesores y alumnos. Barcelona: Paidós.

Pérez Rifo, M. y Vega Alvarado, O. (2002). *Técnicas argumentativas*. Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.

Perkins, D. N. y Grotzer, T. (2005). Dimensions of causal understanding: The role of complex causal models in students' understanding of science. *Studies in Science Education*, 45, 117-165.

Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.

Ribas, M. (2001). De la explicación a la argumentación. *Revista Textos*, 29.

Stake, R. E. (2007). *Investigación con estudios de caso*. Madrid: Morata.

Simon, S., Erduran, S. y Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: Research and Development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28, 235-260.

Tenreiro-Vieira, C. (2004). Formação em pensamento crítico de professores de ciências: impacte nas práticas de sala de aula e no nível de pensamento crítico dos alunos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(3), 228-256.

Tusón Valls, A. (2002). El análisis de la conversación: entre la estructura y el sentido. *Estudios de Sociolingüística*, 3(1), 133-153.

Van Eemeren F. y Grootendorst, R. (2002). *Argumentación, comunicación y falacias. Una perspectiva pragma-dialéctica*. Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.